

**STUDI ANALISA RELE JARAK PADA JARINGAN TRANSMISI 150 KV  
GARDU INDUK PEDAN – GARDU INDUK JAJAR**



**PUBLIKASI ILMIAH**

**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**

**Oleh:**

**RIKA ARIYANTO**

**D 400 130 007**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2017**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**STUDI ANALISA RELE JARAK PADA JARINGAN TRANSMISI 150 KV  
GARDU INDUK PEDAN – GARDU INDUK JAJAR**

**PUBLIKASI ILMIAH**

oleh:

**RIKA ARIYANTO**

**D 400 130 007**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



**Umar, S.T.M.T**

**NIK. 731**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**STUDI ANALISA RELE JARAKPADA JARINGAN TRANSMISI 150 KV  
GARDU INDUK PEDAN – GARDU INDUK JAJAR**

**OLEH**

**RIKA ARIYANTO**

**D 400 130 007**

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro  
Universitas Muhammadiyah Surakarta**

**Pada hari sabtu, 18 maret 2017 dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

**Dewan Penguji:**

**1.Umar, S.T., M.T**

**(Ketua Dewan Penguji)**

(.....)

**2.Ir. Jatmiko, M.T**

**(Anggota I Dewan Penguji)**

(.....)

**3.Aris Budiman, S.T., M.T**

**(Anggota II Dewan Penguji)**

(.....)

**Dekan,**



**H. Sri Sunarjono, S.T. PhD.**

**NIK.682**

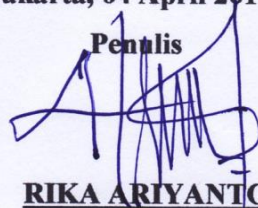
## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 04 April 2017

Pentlis



**RIKA ARIYANTO**

**D 400 130 007**

# **STUDI ANALISA RELE JARAK PADA JARINGAN TRANSMISI 150 KV GARDU INDUK PEDAN – GARDU INDUK JAJAR**

**RIKA ARIYANTO**

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta  
[rikaariyan07@gmail.com](mailto:rikaariyan07@gmail.com)

## **Abstrak**

Sistem proteksi adalah suatu bagian dari sebuah sistem tenaga listrik yang sangat penting untuk meningkatkan kontinuitas pelayanan terhadap konsumen, dimana komponen serta alat-alat yang menjadi bagian dari sistem tersebut harus memiliki sensitifitas, selektifitas, kecepatan, pengamanan serta kehandalan yang maksimal dalam pengoprasianya. Rele jarak tergolong dalam salah satu bagian dari sistem proteksi yang digunakan sebagai pengaman pada saluran transmisi karena kemampuannya dalam menghilangkan gangguan dengan cepat, penyetelannya yang relatif mudah dan memiliki area cakupan perlindungan yang luas, maka dari itu hal-hal yang berkaitan tentang masalah kinerja sebuah alat pengaman seperti rele perlu dipertimbangkan pada jaringan tersebut. Berdasarkan prinsip kerja rele jarak dan penyetelan rele yang telah diterapkan di lapangan, maka metode yang digunakan dalam analisa rele jarak sepanjang saluran transmisi 150 KV Gardu Induk (GI) Pedan – Gardu Induk (GI) Jajar yaitu dengan mencari data parameter sumber, parameter trafo, dan kabel penghantar. Data impedansi penyetelan rele yang telah diterapkan oleh pihak PT. PLN (persero) dibandingkan lagi dengan analisa perhitungan yang dilakukan secara teori sebagai bahan evaluasi terhadap kualitas pengamanan pada saluran transmisi. Hasil perbandingan impedansi setting dari pihak PT PLN (Persero) dengan analisa perhitungan secara teori terdapat selisih untuk setiap zona perlindungan yang terbagi menjadi tiga bagian sebagai berikut : zona 1 =  $0.2 \Omega$ , zona 2 =  $0.2 \Omega$ , zona 3 =  $0.28 \Omega$ . Selisih perbedaan antara perhitungan berdasarkan analisa di mungkin oleh adanya beberapa faktor yang mampu menyebabkan suatu perubahan impedansi karena pada dasarnya parameter pada saluran transmisi yang selalu berubah-ubah terhadap gangguan yang ada.

Kata Kunci: Pengaman, jaringan transmisi, impedansi, rele jarak.

## **Abstract**

Protection system is a part of an electric power system that is very important to improve the continuity of service to consumers, where components and tools that are part of the system must have the sensitivity, selectivity, speed, security and maximum reliability in operational. Relay distances classified in one part of the protection system is used as a safety on the transmission line because of his ability to eliminate distractions quickly, setting relatively



easy and has a coverage area of broad protection, and therefore things related about performance issues of a tool such safety relays need to be considered on the network. Based on the working principle of relay distance and setting relay that has been applied in the field, the methods used in the analysis of relay distance along the transmission line of 150 KV substation Pedan - Substation Jajar is to find the data source parameters, parameter transformer, and cable conductor. Data impedance setting relay which has been adopted by the PT. PLN (Persero) compared again with the analysis of theoretical calculations performed as an evaluation of the quality of security in the transmission line. Results comparison impedance setting of PT PLN (Persero) with the theoretical calculation analysis there is a difference for each zone of protection which is divided into three parts as follows: 1 =  $0.2 \Omega$  zone, zone 2 =  $0.2 \Omega$ , zone 3 =  $0.28 \Omega$ . The difference between the calculations based on the analysis of differences in the possible by several factors that are capable of causing an impedance changes because basically transmission parameter channel that is always changing the existing problems.

Keywords: Safety, transmission network, impedance, distance relay

## 1. PENDAHULUAN

Sistem tenaga listrik merupakan salah satu pusat penyediaan tenaga listrik yang mempunyai struktural sistem dengan peralatan yang lengkap, mulai dari sistem pembangkit kemudian disalurkan melalui saluran transmisi untuk dihubungkan ke pusat beban. Jaringan transmisi memiliki peranan yang sangat penting dalam proses penyaluran daya, maka dari itu perlu ditambahkan sebuah alat pengaman seperti rele untuk saluran tersebut. Pada dasarnya saluran transmisi adalah sebuah sistem yang mempunyai ketetapan nilai yang berubah-ubah terhadap gangguan atau keadaan yang ada. Rele jarak (*Distance Relay*) adalah Salah satu jenis alat proteksi atau alat pengaman yang biasanya digunakan pada saluran udara tegangan tinggi (SUTT) maupun saluran udara tegangan ekstra tinggi (SUTET).

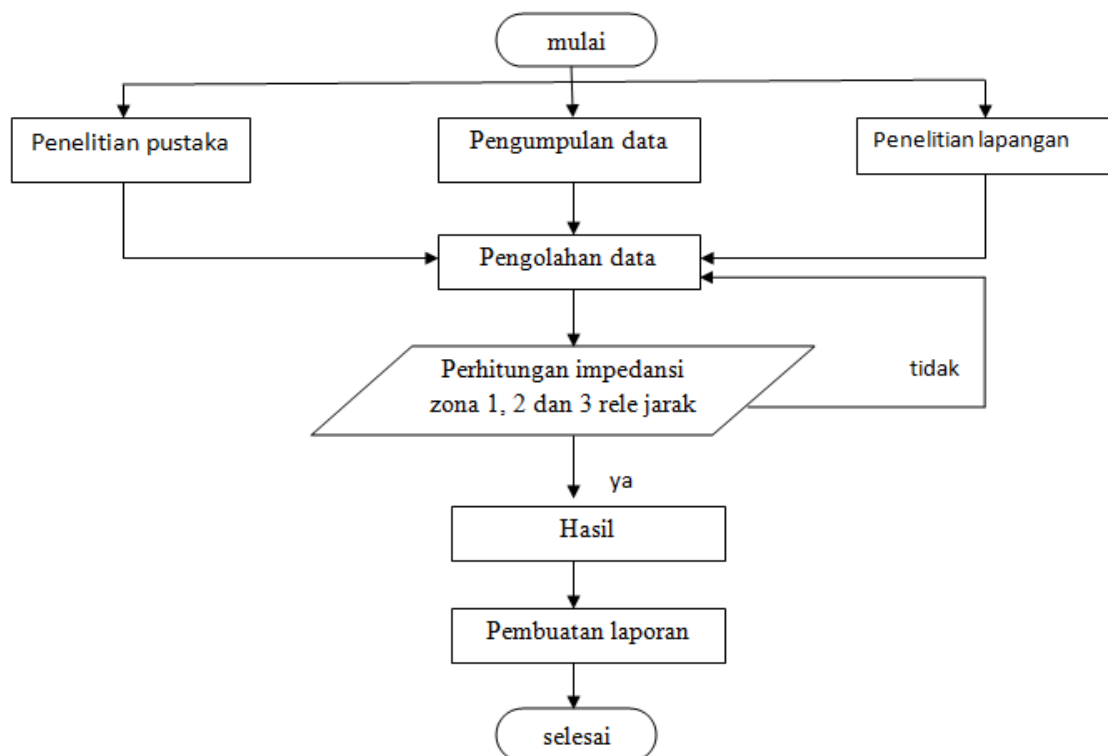
Rele jarak digunakan sebagai pengaman pada saluran transmisi karena kemampuannya dalam menghilangkan gangguan (*fault clearing*) dengan cepat dan penyetelannya yang relatif mudah (Muh. Safar 2010). Keunggulan dari rele tersebut perlu adanya sinkronisasi yang lebih baik untuk meningkatkan kinerja pengamanan itu sendiri, mengingat ketidak stabilan sistem transmisi terhadap seberapa besar nilai gangguan yang muncul, maka strategi pengamanan harus disesuaikan dengan perubahan dinamis dalam penyetelan peralatan yang ada (Irwan Rinaldi 2012). Gangguan pada saluran udara biasanya yang sering terjadi adalah hubung singkat, beban lebih, petir, dan lain-lain (Sepannur Bandri 2016). Hubung singkat sendiri dibagi menjadi beberapa bagian yaitu gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah, gangguan hubung singkat dua fasa, hubung singkat dua fasa ke tanah, dan gangguan hubung singkat tiga fasa. Oleh karena itu pengamanan pada saluran transmisi perlu mendapatkan perhatian yang sangat serius dalam perencanaannya serta dalam menganalisa gangguan yang ada. Fungsi dari analisa gangguan adalah sebagai penentuan sistem proteksi yang akan digunakan, karena bagaimanapun dalam melayani konsumen kehandalan dan kemampuan suatu sistem tenaga listrik sangatlah bergantung pada sistem proteksi yang digunakan.

Prinsip kerja rele jarak adalah mengukur tegangan pada titik rele dan arus gangguan yang terlihat dari rele kemudian membagi tegangan dan arus untuk mencari nilai impedansi, hal tersebut menunjukkan bahwa zona perlindungan perlu diatur secara akurat untuk mengetahui seberapa luas jangkauan untuk menjamin keandalan dan selektivitas dari alat saat beroperasi (Jayachandra , Sivakumar 2014). Masalah pengukuran impedansi sistem transmisi dibagi menjadi beberapa daerah cakupan pengamanan yaitu zone -1, zone -2, zone -3 karena dalam skema perlindungan ukuran impedansi rele jarak hanya bergantung pada panjang garis penghantar yang terkena gangguan pada titik rele (G.R.Barse. 2015).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa seberapa baik tingkat keandalan rele jarak dalam memproteksi dan melindungi jaringan sistem transmisi, kemudian menganalisa seberapa tingkat selektifitas rele jarak terhadap gangguan pada setiap zona proteksi, serta menganalisa perhitungan impedansi setingrele jarak dari pihak PT. PLN ( persero ) Pelaksanaan penelitian dan pengambilan data bertempat pada GI Jajar dan Basecamp Surakarta.

## 2. METODE

Penelitian dan pengambilan data dilaksanakan pada tanggal 16 januari 2017 - 27 Januari 2017 bertempat di Basecamp Surakarta, GI Jajar dan di App Salatiga. Objek dari penelitian ini adalah hal-hal yang berkaitan dengan masalah rele jarak pada sistem transmisi saluran GI Pedan – GI Jajar. pengumpulan data meliputi data primer dan data sekunder. Data Primer yaitu pengambilan data yang langsung di ambil sesuai dengan kondisi di lapangan, sedangkan data sekunder di dapatkan dari Studi Literature baik berupa buku , jurnal – jurnal, rekap pembukuan GI jajar, melakukan konsultasi dan diskusi dengan pembimbing akademik, pekerja PT. PLN (persero) bagian HAR (Pemeliharaan) proteksi dan HAR transmisi, maupun teman mahasiswa yang mengerti tentang masalah yang bersangkutan sehingga data yang diperoleh pada penelitian ini berupa data kualitatif dan kuantitatif. Adapun langkah atau alur beserta data yang di peroleh untuk keperluan dalam penelitian adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Flowchart penelitian

Data yang di dapatkan adalah :

1. Gambar diagram segaris sistem transmisi GI Pedan – GI Jajar
2. Rasio Current transformer(CT), Potensial transformer(PT), nilai arus dan nilai tegangan
3. Data parameter trafo, kabel penghantar dan sumber tenaga
4. Data penyetelan impedansi atau setting rele dari GI Pedan – GI Jajar dan data penyetelan impedansi atau setting rele dari GI Jajar – GI Pedan

## 2.1. Zona Perlindungan rele jarak

### Zona 1 Rele jarak

Perlindungan zona 1 rele jarak pada saluran udara tegangan tinggi dianggap sebagai pengamanan utama yang memiliki sifat *directional* (mengenal arah) dan dengan mempertimbangkan kesalahan pengukuran pada trafo arus, trafo tegangan dan saat penyetelan rele yang mempunyai nilai persentase sebesar 20% apabila hal tersebut terjadi, maka cakupan area perlindungan zona 1 mampu melindungi 80% dari panjang saluran gardu induk yang di proteksinya. Rele jarak pada zona 1 tidak memiliki perlambatan waktu yang artinya pada seksi pertama perlambatan waktu ( $t_1=0$ ), sehingga membuat reaksinya saat melihat atau mendeteksi adanya gangguan begitu cepat. sehingga dapat dituliskan persamaan dengan rumus sebagai berikut :

$$Z_1 = 0.8 \times ZL_1 \quad (1)$$

Dengan ketentuan :

$ZL_1$  = impedansi saluran transmisi yang diamankan (ohm)

Waktu kerja rele zona 1 adalah tanpa time delay,  $t = 0$  detik

### Zona 2 rele jarak

Area perlindungan zona 2 rele jarak mencakup 15%-20% daerah yang tidak di proteksi oleh zona 1 di tambah 50% untuk penghantar saluran berikutnya. Sama halnya proteksi zona 1, area proteksi zona 2 juga mempunyai sifat mengenal arah dan di setting dengan perlambatan waktu saat pengoprasiannya, sehingga persamaan sistematikanya dapat dituliskan dengan rumus sebagai berikut:

$$Z_2 = 0.8 \times (ZL_1 + (0.8 \times ZL_2)) \quad (2)$$

Dengan ketentuan :

$ZL_1$  = impedansi saluran transmisi yang diamankan (ohm)

$ZL_2$  = impedansi saluran transmisi berikutnya yang diamankan (ohm)

Waktu kerja rele zona 2 adalah  $t = 0.4$  detik.

### Zona 3 Rele jarak

Berbeda dengan proteksi Zona 1 dan 2, pada seksi yang ke tiga atau zona 3 rele jarak bersifat tidak mengenal arah maka penentuan perlindungan zona 3 diukur dari sisa penghantar yang tidak terlindungi oleh zona 2 sepanjang 50% dan masih mampu melindungi 25% sampai ke seksi saluran



selanjutnya dengan waktu pengoprasiannya lebih lambat ( $t_3$ ) maka persamaan penulisan sistematika pada Zona 3 dapat dituliskan dalam rumus sebagai berikut :

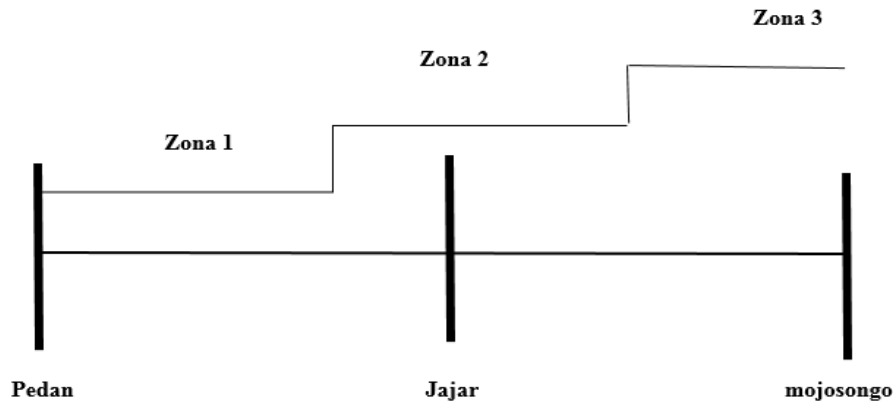
$$Z_3 = 1.6 \times (ZL_1 + ZL_2) \quad (3)$$

Dengan ketentuan :

$ZL_1$  = impedansi saluran transmisi yang diamankan (ohm)

$ZL_2$  = impedansi saluran transmisi berikutnya yang diamankan (ohm)

Waktu kerja rele zona 3 adalah  $t = 1.6$  detik.



Gambar 2. Zona perlindungan rele jarak

Penggunaan rele jarak pada Penghantar GI Pedan – GI Jajar berspesifikasi seperti berikut:

Tabel 1. Rele jarak yang digunakan pada saluran penghantar GI Pedan – GI Jajar

<b>Nama</b>	<b>Uraian</b>	<b>Satuan</b>
<b>QUADRAMO</b>	SHPM 101	-
<b>Serial nomor</b>	752167 M	-
<b>Arus nominal</b>	1	A
<b>Tegangan nominal</b>	100	V
<b>Frekuensi</b>	50	Hz
<b>Tegangan DC</b>	110/125	Vdc

Penggunaan rele jarak pada Penghantar GI Jajar – GI Pedan berspesifikasi seperti berikut:

Tabel 2. Rele jarak yang digunakan pada saluran penghantar GI Jajar – GI Pedan

<b>Nama</b>	<b>Uraian</b>	<b>Satuan</b>
<b>QUADRAMO</b>	SHPM 101	-
<b>Serial nomor</b>	751437 M	-
<b>Arus nominal</b>	1	A
<b>Tegangan nominal</b>	100	V
<b>Frekuensi</b>	50	Hz
<b>Tegangan DC</b>	110/125	Vdc

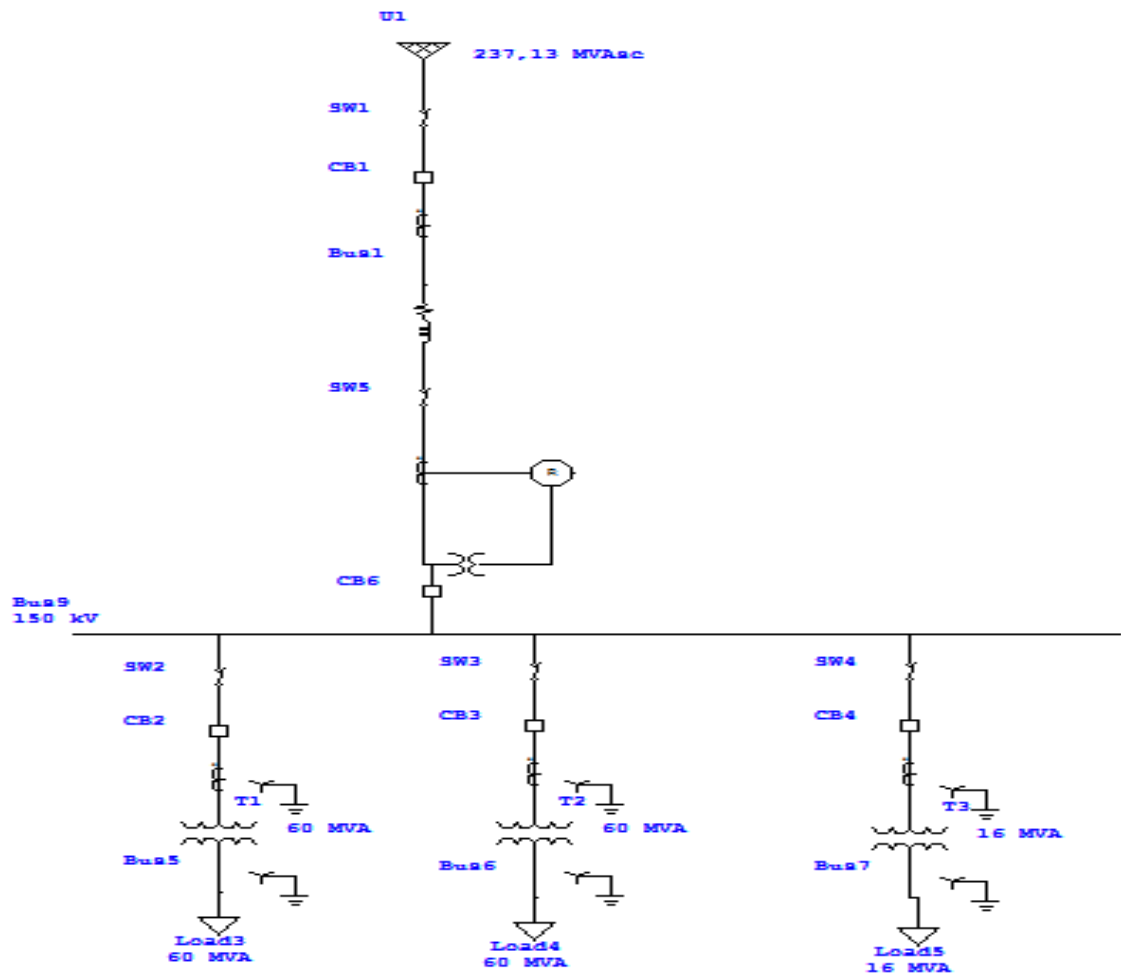
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan analisa perhitungan nilai impedansi setting rele jarak untuk zona 1, zona 2, dan zona 3 pada saluran transmisi GI Pedan – GI Jajar. Sifat rele jarak pada penghantar tersebut menggunakan karakteristik Mho.

#### 3.1 Data Penelitian

Data – data yang digunakan dalam penelitian ini didapatkan dari Basecamp Surakarta dan GI Jajar, yang terdiri dari:

1. Gambar diagram segaris saluran transmisi GI Pedan – GI Jajar



Gambar 3. Diagram segaris sistem transmisi GI Pedan – GI Jajar

2. Data rasio CT dan PT  
 CT (Trafo Arus) = 800 : 1 A  
 PT (Trafo Tegangan) = 150000 : 100 V
3. Data parameter transformator daya
4. Data kabel penghantar

Tabel 3. Data kabel penghantar

Item	Uraian	Satuan
<b>Tipe Konduktor</b>	ACSR	-
<b>Jenis Konduktor</b>	Zebra	-
<b>Panjang penghantar</b>	18,473	Km
<b>Diameter</b>	56	Mm
<b>Luas Penampang</b>	484.5	mm <sup>2</sup>
<b>Impedansi</b>	0.0387 + j0.2807	Ω/km
<b>Kapasitas Arus</b>	1620	A

Data penyetelan impedansi (*Zone protection*) rele jarak GI Pedan dan GI Jajar

Tabel 4. Data penyetelan impedansi *Zone protection* GI Pedan dan GI Jajar

Gardu induk	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Pedan	4.4 $\Omega$	7.04 $\Omega$	16.72 $\Omega$
Jajar	4.4 $\Omega$	7.48 $\Omega$	18.48 $\Omega$

### 3.2 Perhitungan Impedansi

Nilai impedansi sepanjang saluran transmisi Gardu Induk Pedan –Gardu Induk Jajar dapat dihitung melalui persamaan berikut:

$$ZL = \text{panjang saluran} \times Z_{\text{saluran per km}} \quad (4)$$

Nilai impedansi saluran GI Pedan - GI Jajar

$$ZL_1 = 18.473 \times (0.0387 + j0.2807)$$

$$ZL_1 = 0.7149051 + j5.1853711 \Omega$$

Nilai impedansi saluran GI Jajar - GI Mojosongo

$$ZL_2 = 19.03 \times (0.0387 + j0.2807)$$

$$ZL_2 = 0.736461 + j5.341721 \Omega$$

Perhitungan nilai impedansi masing-masing zona berikut :

Perlindungan Zona 1

$$Z_1 = 0.8 \times (0.7149051 + j5.1853711)$$

$$Z_1 = 0.57192408 + j4.14829688 \Omega$$

Dengan jangkauan  $0.8 \times 18.473 = 14.778 \text{ km}$

Zona 1 memiliki waktu kerja instan karena merupakan pengaman utama saluran transmisi.  $T_1 = 0$  detik.

Perlindungan Zona 2

$$Z_2 = 0.8 \times ((0.7149051 + j5.1853711) + (0.8 \times (0.736461 + j5.341721)))$$

$$Z_2 = 4.46196056 + j4.14829688 \Omega$$

Dengan jangkauan  $0.8 \times (18.473 + (0.8 \times 19.03)) = 26.95 \text{ km}$

Zona 2 bekerja sebagai *back up* zona 1 pada GI di depannya, sehingga memiliki waktu kerja lebih lama setelah zona 1.  $T_2 = 0.4$  detik.

Perlindungan Zona 3

$$Z_3 = 1.6 \times ((0.7149051 + j5.1853711) + (0.736461 + j5.341721))$$

$$Z_3 = 1.4513661 + j10.5270921 \Omega$$

Dengan jangkauan  $1.6 \times (18.473 + 19.03) = 60.004 \text{ km}$

Zona 3 memiliki waktu kerja paling lama dibandingkan dengan zona 1 dan zona 2.

$T_3 = 1.6$  detik.

### 3.3 Impedansi yang Dilihat Rele

Nilai impedansi yang dilihat rele dapat dituliskan dalam persamaan berikut :

$$Z_{\text{rele}} = \frac{PT}{CT} \times Z_{\text{zona}} \quad (5)$$

Rasio PT = 150000:100 V

Rasio CT = 800: 1 A

$$n = \frac{100/150000}{1/800} = 0.53$$

Perhitungan Zona 1 yang dilihat rele

$$Z_{1 \text{ sekunder}} = 0.53 \times (0.57192408 + j4.14829688)$$

$$Z_{1 \text{ sekunder}} = 0.3031197624 + j2.1985973464 \, \Omega$$

Perhitungan Zona 2 yang dilihat rele

$$Z_{2 \text{ sekunder}} = 0.53 \times (4.46196056 + j4.14829688)$$

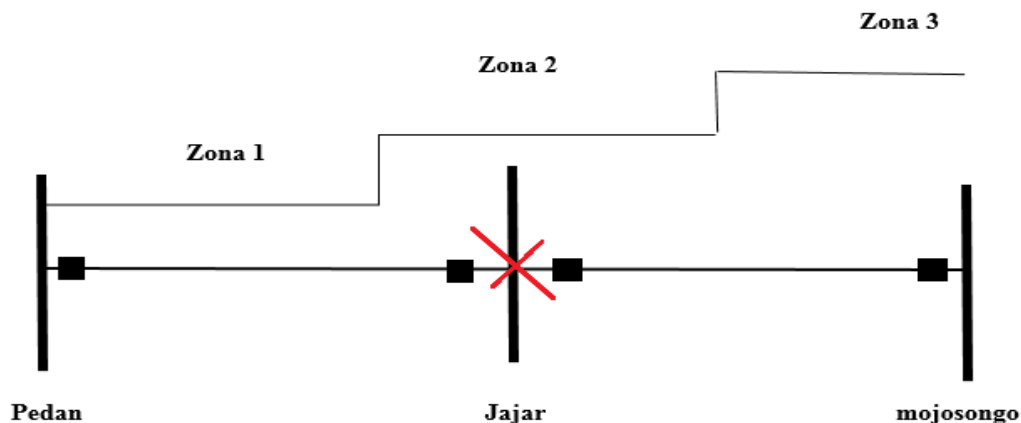
$$Z_{2 \text{ sekunder}} = 2.3648390968 + j2.1985973464 \, \Omega$$

Perhitungan Zona 3 yang dilihat rele

$$Z_{3 \text{ sekunder}} = 0.53 \times (1.4513661 + j10.5270921)$$

$$Z_{3 \text{ sekunder}} = 0.769224033 + j5.579358813 \, \Omega$$

### 3.4 Gangguan pada jaringan transmisi



Gambar 4. Gangguan pada sistem transmisi

Nilai gangguan yang terjadi pada saluran transmisi dapat diukur dengan dasar persamaan sistematika sebagai berikut:

Gangguan 1 fasa ke tanah

$$I = 3 \times \frac{kV/\sqrt{3}}{Z_1 + Z_2 + Z_0 + 3Z_f} \quad (6)$$

Gangguan 2 fasa

$$I = \frac{kV/\sqrt{3}}{Z_1 + Z_2 + Z_f} \quad (7)$$

Gangguan 3 fasa

$$I = \frac{kV/\sqrt{3}}{Z_1} \quad (8)$$

Tegangan gangguan

$$V = I \times Z_1 \quad (9)$$

Dengan ketentuan:

- I = Arus Gangguan
- $Z_1$  = Impedansi Urutan Positif
- $Z_2$  = Impedansi Urutan Negatif
- $Z_0$  = Impedansi Urutan Nol
- $Z_f$  = Impedansi Gangguan
- V = Tegangan Gangguan

### 3.5 Arus dan tegangan gangguan

Gangguan yang terjadi pada saluran transmisi seperti gambar 4 semisal terdapat impedansi gangguan sebesar 10  $\Omega$ , maka rele jarak akan mengukur nilai gangguan yang terjadi dengan persamaan sebagai berikut:

Gangguan satu fasa ke tanah:

Arus gangguan

$$I = 3 \times \frac{150000/\sqrt{3}}{(16.2418 + j99.7580) + (19.5669 + j99.7580) + (11.8581 + j110.1288) + (3 \times 10)}$$
$$I = 3 \times \frac{86602.54}{(77.66699 + j309.6448)}$$
$$I = 197.9988 - j789.3873 \text{ A}$$

Tegangan gangguan

$$V = (197.9988 - j789.3873) \times (16.2418 + j99.7580)$$
$$V = 81963.5551832 + j6930.8936412 \text{ V}$$

Gangguan 2 fasa

Arus gangguan

$$I = \frac{150000/\sqrt{3}}{(16.2418 + j99.7580) + (19.5669 + j99.7580) + (10)}$$
$$I = \frac{86602.54}{(45.8087 + j199.516)}$$
$$I = 94.6699207 - j412.32700135 \text{ A}$$

Tegangan gangguan

$$V = (94.6699207 - j412.32700135) \times (16.2418 + j99.7580)$$
$$V = 54039.7869186 + j72577.7492586 \text{ V}$$



Gangguan 3 fasa

Arus gangguan

$$I = \frac{150000/\sqrt{3}}{(16.2418 + j99.7580)}$$

$$I = \frac{86602.54}{(816.2418 + j99.7580)}$$

$$I = 137.6914865 - j845.708438 \text{ A}$$

Tegangan gangguan

$$V = (137.6914865 - j845.708438) \times (16.2418 + j99.7580)$$

$$V = 86602.539943 + j1.958598 \text{ V}$$

Perhitungan diatas menunjukkan nilai arus gangguan dan tegangan gangguan yang muncul saat terjadi gangguan sebesar 10  $\Omega$ . Setiap gangguan dengan ukuran yang berbeda memerlukan perhitungan yang berbeda juga tentunya.

### 3.6 Menentukan letak gangguan

Berdasarkan nilai impedansi gangguan yang terbaca oleh rele jarak, apabila terjadi gangguan sepanjang saluran transmisi maka letak gangguan itu bisa diketahui melalui *zone protection* yang ada seperti persamaan berikut:

$$\text{letak gangguan} = \frac{\text{impedansi yang dibaca rele} \times \frac{PT}{CT} \times L_1}{ZL_1} \quad (10)$$

Contoh perhitungan gangguan:

- 2  $\Omega$

$$\text{letak gangguan} = \frac{2 \times \frac{150000/\sqrt{3}}{800/1} \times 18.473}{0.7149051 + j5.1853711} = 1.8 \text{ km}$$

- 5  $\Omega$

$$\text{letak gangguan} = \frac{5 \times \frac{150000/\sqrt{3}}{800/1} \times 18.473}{0.7149051 + j5.1853711} = 4.5 \text{ km}$$

#### 4. PENUTUP

Berdasarkan penelitian tentang rele jarak (*Distance Rele*) pada sistem transmisi 150 kv Gardu Induk Pedan – Gardu Induk Jajar dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Rele Jarak (*Distance Rele*) merupakan bagian dari rele proteksi yang sangat tepat untuk melindungi atau sebagai suatu alat pengaman yang digunakan pada saluran transmisi karena memiliki selektifitas yang tinggi, hal ini bisa dilihat dari rele jarak yang mampu memberikan perlindungan pada saluran transmisi dalam 3 zona proteksi , yaitu zona 1, zona 2, dan zona 3.
2. Area perlindungan pada Zona 1 mampu melindungi 80% dari total panjang dua saluran antar Gardu Induk, dan akan langsung aktif apabila terjadi gangguan pada daerah yang di proteksinya. Perlindungan Zona 2 mampu melindungi 15%-20% saluran yang tidak di amankan oleh zona 1 kemudian ditambah 50% lagi untuk melindungi serta mendeteksi saluran transmisi pada seksi selanjutnya. Zona 3 melindungi daerah yang tdk di jangkau oleh pengamanan zona 2 sejauh 50% ditambah dengan 25% untuk saluran transmisi berikutnya, sehinggarele jarak dapat dikatan salah satu alat pengaman yang sensisitif dan handal untuk melindungi saluran transmisi.
3. Selisih perbandingan nilai impedansi antara penyetelan rele jarak pada Gardu Induk Pedan – Gardu Induk jajar dangan peritungan analisa berdasarkan teori yang telah di pelajari dalah sebagai berikut :

Penyetelan distance Rele GI Pedan – GI jajar

Gardu induk	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Pedan-jajar	4.4 $\Omega$	7.04	16.72

Hasil analisa perhitungan secara teori

Gardu induk	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Pedan-jajar	4.2 $\Omega$	7.6 $\Omega$	17.00 $\Omega$

4. Perbedaanantara penyetelan rele jarak dengan hasil analisa perhitungan secara teori dimungkinkanbeberapa faktoryang mampu mempengaruhi perubahan suatu impedansi pada rele itu sendiri, diantaranya : faktor *infeed*, *mutual impedance*, *power swing*, pengaruh impedansi sumber, pengaruh tahanan gangguan, kondisi di lapangan, serta *human errors*.

## **PERSANTUNAN**

Laporan tugas akhir ini dapat selesai karena banyak pihak yang berkontribusi memberikan bantuan dalam segi masukan dan saran pada penulisan. Dukungan doa, motivasi, dan semangat juga tidak lupa diberikan oleh orang-orang yang mulia dan tercinta. Kesempatan kali ini penulis memanfaatkan untuk mengucapkan banyak-banyak terimakasih kepada :

1. Allah SWT karena atas rahmat dan kasih sayangNya yang telah memberikan jalan dan segala kebaikan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan lancar, Segala puji bagi Allah pemilik segala ilmu.
2. Rasulullah Muhammad SAW, karena do'a serta segala ilmu dan amalan yang telah beliau ajarkan untuk semua umatnya, penulis mampu mengerjakan tugas akhir ini.
3. Ayah dan ibu tercinta yang tidak pernah lelah dan berhenti mendoakan, memberi semangat, dan kasih sayang yang luar biasa kepada anaknya sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Adik tersayang yang telah memberikan dukungan penuh bersama doanya.
5. App Salatiga, Basecame Surakarta, dan Gardu Induk Jajar yang telah menerima serta memberikan pengalaman yang teramat luar biasa bagi penulis, terimakasih.
6. Bapak Umar, S.T. M.T. sebagai ketua jurusan Teknik Elektro dan sebagai dosen pembimbing yang tidak pernah lelah memberikan ilmu, nasehat, saran dan kesabarannya dalam membimbing, sehingga tugas akhir ini mampu diselesaikan.
7. Spv Sugeng, Ari Wijaya, Qodir, Yoga, dan tiyas yang telah memberikan jalan dalam pengambilan data penulisan.
8. Sahabat yang luar biasa Angga Z, Rio W, Shahlan, Alfian, Hamam N, Yaniar ikhsan, Ghofur barum, Ardhany P, Arip Na'in, Elfan S, yang selalu berdiri di samping saya.
9. Teman satu bimbingan, Ghofur, Qoid, Ria, Yaniar, Ogi, Yudhif atas bantuan dan dukungannya.
10. Semua teman Kos yang memberi motivasi dan selalu menghibur dan menemani.
11. Teman elektro satu angkatan yang memberi semangat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Syafar, A. Muhammad (2010). *Studi Keandalan Distance Rele Jaringan 150 Kv Gi Tello - Gi Pare-Pare*. Jurusan Teknik Elektro. Universitas Islam Makasar, Makasar. Indonesia
- Schweitzer, E.O & Roberts, Jeff (2010). *Distance Rele Element Design*. Schweitzer Engineering Laboratories, Washington USA.
- Kezunovic, M & Fromen, C.W. (1996). *An Advanced Method For Testing Of Distance Rele Operating Characteristic*, Texas A&M University. USA.
- Jayachandra, G. Sivakumar (2014). *Calculation of Apparent Impedance and Distance Rele Tripping Characteristics in EHV/UHV Transmission Line with and Without Capacitance*. Advanced Engineering.
- Banndri, Sepanur. (2016). *Studi Settingan Distance Rele Pada Saluran Transmisi 150 Kv Di Gi Payakumbuh Menggunakan Software Matlab*. Fakultas Teknologi industri, Institut Teknologi Padang. Indonesia
- C.N.H, Tobing. (2008). *Rele Jarak Sebagai Proteksi Saluran Transmisi*. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia